

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-264491

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/301

B28D 5/00

(21)Application number : 07-065994

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 24.03.1995

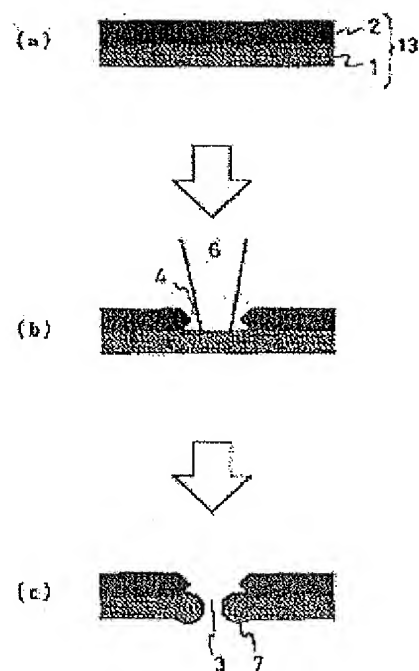
(72)Inventor : TAKENO YOSHIMIZU
MORIYASU MASA HARU
TERAZONO SHINICHI
HAYASHI KAZUO

(54) CHIP ISOLATION OF SEMICONDUCTOR DEVICE AND EXPAND SEAT FOR FIXING SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a high efficient and easily automated method of isolating chip of semiconductor device, without generation of burrs at the chip isolating area by removing a semiconductor wafer layer part of an isolating area and irradiating the exposed conductor metal layer with an energy beam for cutting such a part.

CONSTITUTION: First, the rear surface of GaAs wafer layer as a semiconductor wafer layer 2 is plated by gold of 5 to 40 μ m in thickness as a conductive metal layer 1 for heat radiation and the obtained semiconductor device 13 is fixed from the conductive metal layer side. The semiconductor wafer layer 2 around the chip isolating part is removed by the wet etching using a mixed solution of hydrogen peroxide and tartaric acid to form a semiconductor wafer layer removing area 4. The exposed conductive metal layer 1 is irradiated with an energy beam 6 to dissolve the conductive metal layer 1. Thereby, a dissolving and solidifying part 7 is generated to form a chip isolating part 3. In this case, the conductive metal layer 1 is only dissolved with irradiation of energy beam, not generating dust or the like such as splash and vapor, etc.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-264491

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/301		H 0 1 L 21/78	B
B 2 8 D	5/00		B 2 8 D 5/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-65994

(22) 出願日 平成7年(1995)3月24日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 竹野 祥瑞

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
株式会社生産技術センター内

(72) 発明者 森安 雅治

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
株式会社生産技術センター内

(72) 発明者 寺園 信一

伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会
社北伊丹製作所内

(74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外2名)

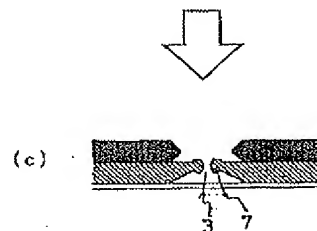
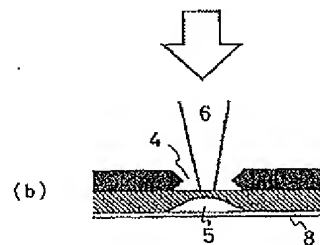
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体デバイスのチップ分離方法及び半導体デバイス固定用エキスパンドシート

(57) 【要約】

【目的】 バリ等を発生させることなく高効率で、自動化が容易で歩留りが良好な半導体デバイスのチップ分離方法を得ることを目的とする。

【構成】 分離部の半導体ウエハ層部分を除去し露出した導体金属層にエネルギービームを照射して、これを溶断するものである。



8: シート状材料

【特許請求の範囲】

【請求項1】 導体金属層と半導体ウエハ層の積層体である半導体デバイスのチップ分離方法において、分離部の半導体ウエハ層部分を除去し露出した導体金属層部分にエネルギービームを照射してこれを溶断することによって、チップを分離することを特徴とする半導体デバイスのチップ分離方法。

【請求項2】 分離に先立って、上記分離部の露出した導体金属層の厚さをその分離部以外の導体金属層の厚さよりも小さくしたことを特徴とする請求項1記載の半導体デバイスのチップ分離方法。

【請求項3】 分離に先立って、上記導体金属層の上記半導体ウエハ層に接しない側の表面に、上記エネルギービームの吸収係数が 20 cm^{-1} 以下のシート状材料を貼り付けたことを特徴とする請求項1または請求項2記載の半導体デバイスのチップ分離方法。

【請求項4】 上記分離部の導体金属層の溶融幅が、上記エネルギービームが照射される上記導体金属層の最小厚さの1.8倍以上となるように上記エネルギービームを照射して上記導体金属層を溶融させ、この溶融部分を表面張力により溶断することによって、チップを分離することを特徴とする請求項1から請求項3のうち何れか1項記載の半導体デバイスのチップ分離方法。

【請求項5】 導体金属層と半導体ウエハ層の積層体である半導体デバイスのチップ分離方法において、分離に先立って、分離部の導体金属層の厚さをその分離部以外の導体金属層の厚さよりも小さくし、その後上記導体金属層の上記半導体ウエハ層に接しない側の表面にシート状材料を貼り付け、このシート状材料側からこのシート状材料に対する吸収係数が 20 cm^{-1} であるエネルギービームを照射して、上記分離部の導体金属層を溶断し、かつ上記分離部の半導体ウエハ層を切断することによって、チップを分離することを特徴とする半導体デバイスのチップ分離方法。

【請求項6】 分離に先立って、上記分離部の半導体ウエハ層の厚さをその分離部以外の半導体ウエハ層の厚さよりも小さくしたことを特徴とする請求項5記載の半導体デバイスのチップ分離方法。

【請求項7】 上記シート状材料にガス抜き用の微細孔を設けたことを特徴とする請求項3から請求項6のうち何れか1項記載の半導体デバイスのチップ分離方法。

【請求項8】 上記分離部の導体金属層の照射表面における上記エネルギービームの形状を、そのエネルギービームと上記半導体デバイスの相対移動方向に長く、その相対移動方向に直交する方向に短い偏平状としたことを特徴とする請求項1から請求項7のうち何れか1項記載の半導体デバイスのチップ分離方法。

【請求項9】 半導体デバイス固定用の接着面を備える半導体デバイス固定用エキスパンドシートにおいて、そのエキスパンドシートを貫通する微細孔を設けたことを

特徴とする半導体デバイス固定用エキスパンドシート。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、導体金属層と半導体ウエハ層の積層体である半導体デバイスに関し、詳しくは放熱用の導体金属である金とGaAsウエハの積層体である高周波デバイスなど、チップ分離部に導体金属層と半導体ウエハ層の積層体が存在する半導体デバイスのチップ分離方法及び半導体デバイス固定用の接触面を備える半導体デバイス固定用エキスパンドシートに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、半導体デバイスのチップ分離法としてはダイヤモンドホイールによるダイシングカット方式がある。この方式には、例えば、「産業工具事典」

(産業工具事典編集委員会編集、株式会社産業調査会出版部発行)の第634および635頁に記載されているように、ウエハ厚さの $1/2$ 以上を切り込んで分離(ブレーキング)する方法と、片面が粘着テープとなったシート状材料にウエハを貼り付けてシート状材料を少し切り込んで完全切断する方法がある。

【0003】 ダイシングカット方式においては、分離部のほとんどの部分が硬脆材料である半導体ウエハで構成されている場合には、その硬脆性のため良好に切断分離が可能である。しかし、分離部が金属のみで構成されている場合や半導体ウエハに対して金属の割合が多く構成されている場合には、金属の存在により柔らかく粘りがあるため、バリが発生し易くチップの信頼性を大きく低下させるという問題点があった。また、高周波デバイス等ではウエハ厚さが約 $30\text{ }\mu\text{m}$ 程度と非常に薄くなるが、このようにウエハ厚さが薄くなると割れやすくなり切断速度を速くできないため、切断効率が著しく低下するという問題点があった。このような理由から、ダイシングカット方式を、放熱用の厚い導体金属層と半導体ウエハ層の積層体であるGaAs高周波デバイス等には適用することは困難であった。

【0004】 このような問題点を解決する手段として、エッチカット方式がある。図12はエッチカット方式による半導体デバイスのチップ分離方法を示す各工程の断面図であり、図において、1は放熱用の導体金属層、2は半導体ウエハ層、13は導体金属層1と半導体ウエハ層2の積層体である半導体デバイス、3はチップ分離溝、4は半導体チップ層除去部、5は導体金属層除去部、11は半導体ウエハ層2を貼り付けるガラス板、12は半導体ウエハ層2とガラス板11とを貼り付けるためのワックスである。

【0005】 次に動作について説明する。図12(a)に示すように、表面に回路を裏面に放熱用の導体金属層1をそれぞれ形成させた半導体ウエハ層2の表面に、ワックス12を用いてガラス板11を貼り付ける。次に、

図 12 (b) に示すように、裏面からチップ分離部の導体金属層 1 をスパッタリングにより除去して、導体金属層除去部 5 を形成させる。次に、図 12 (c) に示すように、分離部の半導体ウエハ層 2 である GaAs を酸を用いたウエットエッチングにより除去して、半導体チップ層除去部 4 を形成させる。このようにして、分離溝 3 が形成される。そして、この半導体ウエハ層 2 を貼り付けたガラス板 11 を剥離液の中に投入し、ワックス 12 を溶解させ、分離したチップを剥離液中から拾い上げることにによりチップ分離が完了する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の半導体デバイスのチップ分離方法は以上のように構成されているので、剥離液中で分離したチップ同士が接触しチップ表面に傷が生じること、剥離液中のワックス残渣などの異物がチップに付着すること、さらにチップは全て人間の手により回収されるため全てのチップを完全に回収することが困難であること等の理由により、チップの歩留りを低下させるという問題点があった。

【0007】また、剥離液中でバラバラになったチップを再び並べ直さなければならないため、チップ分離の自動化が不可能であるという問題点もあった。

【0008】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、チップ分離部にバリ等を発生させない、高効率な、そして自動化が容易で歩留りの良好な半導体デバイスのチップ分離方法を得ることを目的とする。また、この発明は、チップがシート状材料から剥離するのを防止できる半導体デバイス固定用エキスパンドシートを得ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明に係る半導体デバイスのチップ分離方法は、分離部の半導体ウエハ層部分を除去し露出した導体金属層にエネルギービームを照射してこれを溶解するものである。

【0010】請求項 2 の発明に係る半導体デバイスのチップ分離方法は、分離に先立って分離部の導体金属層の厚さをその分離部以外の導体金属層の厚さよりも小さくするものである。

【0011】請求項 3 の発明に係る半導体デバイスのチップ分離方法は、分離に先立って導体金属層の半導体ウエハ層に接しない側の表面に、エネルギービームの吸収係数が 20 cm^{-1} 以下のシート状材料を貼り付けたものである。

【0012】請求項 4 の発明に係る半導体デバイスのチップ分離方法は、導体金属層の溶融幅が分離部の照射導体金属層の最小厚さの 1.8 倍以上となるようにエネルギービームを照射して導体金属層を溶融させ、この溶融部分を表面張力により溶断するものである。

【0013】請求項 5 の発明に係る半導体デバイスのチップ分離方法は、分離部の半導体ウエハ層部分を除去す

ることなく、半導体デバイスの導体金属層側からチップ分離部分にエネルギービームを照射して、分離部において導体金属層を溶断し半導体ウエハ層を割断するものである。

【0014】請求項 6 の発明に係る半導体デバイスのチップ分離方法は、分離に先立って分離部の半導体ウエハ層の厚さをその分離部以外の半導体ウエハ層の厚さよりも小さくするものである。

【0015】請求項 7 の発明に係る半導体デバイスのチップ分離方法は、導体金属層の半導体ウエハ層に接しない側の表面に貼り付けるシート状材料にガス抜き用の微細孔を設けるものである。

【0016】請求項 8 の発明に係る半導体デバイスのチップ分離方法は、エネルギービームの形状をエネルギービームと半導体デバイスの相対移動方向に長く、これに直交する方向に短い扁平状とするものである。

【0017】請求項 9 の発明に係る半導体デバイス固定用エキスパンドシートは、これを貫通する微細孔を設けたものである。

【0018】

【作用】請求項 1 の発明における半導体デバイスのチップ分離方法は、分離部の半導体ウエハ層部分を除去し露出した導体金属層にエネルギービームを照射してこれを溶断することにより、分離部においてバリが発生することなく、ウエハ厚さが薄くても割れにくい加工速度を速くできる。

【0019】請求項 2 の発明における半導体デバイスのチップ分離方法は、分離部の導体金属層の厚さをその分離部以外の導体金属層の厚さよりも小さくすることにより、分離部に投入するエネルギービームのエネルギーを小さくでき、これにより、半導体チップへの熱的なダメージを低減できるため、チップの周縁部を分離部により近づけることが可能となる。

【0020】請求項 3 の発明における半導体デバイスのチップ分離方法は、分離に先立って導体金属層の半導体ウエハ層に接しない側の表面にエネルギービームの吸収係数が 20 cm^{-1} 以下のシート状材料を貼り付け、導体金属層にエネルギービームを照射することにより、この導体金属の照射部分はエネルギービームを吸収して溶断されるが、シート状材料はエネルギービームの吸収係数が 20 cm^{-1} 以下と低いため完全には分離しない。このため、エネルギービーム照射によりチップ分離が完了した後でも、チップは互いにバラバラになることがない。

【0021】請求項 4 の発明における半導体デバイスのチップ分離方法では、半導体ウエハ層部分を除去し露出した導体金属層にエネルギービームを照射してこれを溶断する場合において、この導体金属層部分を溶断させると、この溶断部分は表面張力によって、溶断端に接する溶断していない導体金属部分にその両端をそれぞれ引き寄せられる。ここで、溶断幅を溶断前の導体金属層の最

小厚さの 1.8 倍以上とした場合には、上記の溶融端に接する溶融していない導体金属層部分に溶融部分の両端がそれぞれ引き寄せられると、溶融部分は二つの部分に完全に分離し、もはや互いに接触しなくなる。これにより、バリやスプラッシュなどの飛散物が発生しない。

【0022】請求項 5 の発明における半導体デバイスのチップ分離方法では、分離部の導体金属層の厚さがその分離部以外の厚さよりも小さい導体金属層の半導体ウエハ層に接しない側の表面に、シート状材料を貼り付けることにより、分離部裏側には導体金属とシート状材料に囲まれたトンネル状の空間ができる。この分離部にエネルギービームをシート状材料側からシート状材料を透過させて照射し、分離部の導体金属層部分を溶断すると、溶断時に発生するスプラッシュはトンネル状の空間に閉じこめられるため周囲に飛散することがなくなる。また、このエネルギービームの照射時に分離部に発生する熱によって半導体ウエハ部分には熱応力によるクラックが発生するため、これによって導体金属層の溶断と同時に半導体ウエハ層を割断してチップ分離が可能となる。

【0023】請求項 6 の発明における半導体デバイスのチップ分離方法では、半導体ウエハの割断に先だって、分離部の半導体ウエハ層の厚さをその分離部以外の厚さよりも小さくすることにより、割断に必要なエネルギーを減少させることができる。このため、分離部に投入するエネルギービームのエネルギーを小さくでき、これにより、半導体チップへの熱的なダメージを小さくできるため、チップの周縁部を分離部により近づけることが可能となる。

【0024】請求項 7 の発明における半導体デバイスのチップ分離方法は、導体金属層の半導体ウエハ層に接しない側の表面に貼り付けるシート状材料にガス抜き用の微細孔を設けることにより、エネルギービーム照射時に加工部から発生するスプラッシュ等の比較的大きな粒子の飛散抑制効果を損なうことなく、加工部から発生する蒸気を逃がすことができるので、分離加工中に導体金属層とシート状材料に囲まれた空間の圧力上昇を防止できる。

【0025】請求項 8 の発明における半導体デバイスのチップ分離方法は、エネルギービームの形状をエネルギービームと半導体デバイスの相対移動方向に長くこれに直交する方向に短い扁平状とすることにより、投入エネルギーを下げることなく、また分離溝幅を拡げることなしに、加工部のピークパワー密度を低く保ちつつエネルギービームを加工部に照射できる。このため、被加工物の蒸発を抑制させつつスプラッシュの発生なしに加工速度を増大できる。また、半導体チップへの熱的なダメージも低減できるため、チップの周縁部を分離部により近づけることができる。

【0026】請求項 9 の発明における半導体デバイス固定用エキスパンドシートは、これを通する微細孔を設

けることにより、エネルギービーム照射時に加工部から発生するスプラッシュ等の比較的大きな粒子の飛散抑制効果を損なうことなく、加工部から発生する蒸気を逃がすことができるので、分離加工中に導体金属層とシート状材料に囲まれた空間の圧力上昇を防止できる。

【0027】

【実施例】

実施例 1. 以下この発明の一実施例を図について説明する。図 1 はこの発明の実施例 1 による半導体デバイスのチップ分離方法を示す各工程の断面図である。なお、従来のものと同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。図において、6 は YAG レーザを用いたエネルギービーム、7 はエネルギービーム 6 を導体金属層 1 に照射することにより生じる溶融凝固部である。

【0028】次に動作について説明する。まず、図 1 (a) に示すように、半導体ウエハ層 2 である厚さ約 $30\mu\text{m}$ の GaAs ウエハ層裏面に、放熱用の導体金属層 1 である厚さ $5\sim 40\mu\text{m}$ の金をめっきにより形成させ、このようにして得られる半導体デバイス 13 を真空チャックにより直接、導体金属層側より固定した。

【0029】そして、図 1 (b) に示すように、過酸化水素と酒石酸の混合液によるウエットエッチングによって、チップ分離部を中心として幅約 $100\mu\text{m}$ にわたり半導体ウエハ層 2 を除去し、半導体ウエハ層除去部 4 を形成させた。この半導体ウエハ層除去部 4 側から露出した導体金属層 1 にエネルギービーム 6 を照射して、導体金属層 1 を約 $80\mu\text{m}$ の幅で溶融させた。この溶融幅の決定方法については後述する。用いた YAG レーザは、平均出力 2W、パルス幅 $300\mu\text{s}$ 、周波数 400Hz で発振し、焦点距離 80mm のレンズを用いて集光点が導体金属層 1 の照射側表面から 1mm 離れたこの導体金属層 1 の内部位置となるように照射し、 0.1m/分 の速度でレーザ光とチップ分離部を相対移動させた。ここで、相対移動とは、レーザ光とチップ分離部のうちいずれか一方を静止させておいて他の一方を移動させる場合、ならびに両方を移動させる場合を意味する。なお、このとき通常のレーザ切断で用いられるようなアシストガスは用いなかった。

【0030】このようにして、図 1 (c) に示すように、溶融凝固部 7 が生じチップ分離溝 3 が形成された。この時、エネルギービーム照射部で導体金属層 1 は溶融するだけで、スプラッシュや蒸気等の発塵物は全く発生しなかった。また、ビーム照射部周辺には、エネルギー密度の高いレーザ光が照射されないように真空チャックに溝を設けたため、チャック部がレーザにより損傷することもない。この実施例 1 によれば、従来、ダイシングカット方式ではウエハ 1 枚を処理するのに 8 時間を要していたのが 3 時間に短縮され、またチップ分離後も真空チャック上にチップが並んでおり、エッチカット方式のようにバラバラになることがないため、チップの歩留り

を向上させることができる。

【0031】次に、導体金属層1を熔融させて、この熔融部分を表面張力により溶断する場合の導体金属層1の厚さと熔融溝幅の関係を図について説明する。図2は表

$$S = (\pi - \theta + \cos \theta \cdot \sin \theta) r^2 \quad (1)$$

$$2S = Wh \quad (2)$$

$$h = 2r \sin \theta \quad (3)$$

となり、式(1)に式(2)および(3)を代入して、

$$W/h = (\pi - \theta + \cos \theta \cdot \sin \theta) / 2 \sin^2 \theta \quad (4)$$

となる。2つの熔融凝固部7が接触しない条件は、

$$2r(1 + \cos \theta) < W \quad (5)$$

だから、式(4)および(5)から

$$\begin{aligned} W/h &= (\pi - \theta + \cos \theta \cdot \sin \theta) / 2 \sin^2 \theta \\ &> (1 + \cos \theta) / \sin \theta \quad (6) \end{aligned}$$

が得られる。

【0032】したがって、接触しない限界熔融溝幅を W_c とすると、このときの θ は式(6)において $> =$ と

$$W_c = 1.8h$$

となり、熔融溝幅 W が導体金属層1の厚さ h の1.8倍以上では表面張力による溶断が生じることになる。この結果に基づいて、実際に熔融溝幅 W と導体金属層1の厚さ h との関係を調べたところ、実測値と式(7)で示される計算値とはよく一致した。

【0033】実施例2。上記実施例1では、分離部の導体金属層1を加工していないものについて示したが、図3(b)に示すように、分離に先立って導体金属層除去部5を形成してもよく、上記実施例1と同様の効果を奏することができる。

【0034】図3(a)に示すように、上記実施例1で用いたのと同じ半導体デバイス13を用いた。図3

(b)に示すように、ウェットエッチングによって、チップ分離部を中心として幅約 $50 \mu m$ にわたり半導体ウエハ層2を除去し、半導体ウエハ層除去部4を形成させた。さらに、 Ar イオンによるイオンミリングでこの分離部の導体金属層1を裏面から最小厚さ約 $5 \mu m$ までエッチングして導体金属層除去部5を形成した。そして、この半導体ウエハ層除去部4側から導体金属層1にエネルギービーム6を照射して、導体金属層1を約 $20 \mu m$ の幅で溶断した。これによって、図3(c)に示すように、熔融凝固部7が生じチップ分離溝3が形成された。なお、用いたYAGレーザは、ビームスプリッタにより1/10の出力とした上で、焦点距離 $80 mm$ のレンズを用いて集光点が、導体金属層1の表面となるように照射した。

【0035】このように、エネルギービーム6によって投入される熱量が少なく済むため、上記実施例1よりも、半導体チップへの熱的なダメージを低減することができ、チップ分離溝3の中心位置からチップ端までの距離を上記実施例1の場合の $50 \mu m$ から $25 \mu m$ にまで低減することができた。その結果、1枚のウエハから採

面張力により溶断したチップ分離部の断面図であり、図において、 h は導体金属層1の厚さ、 W は熔融溝幅、 r は導体金属層1の熔融凝固部7の半径、 S は熔融凝固部7の面積、 θ は図中の角度とすると、

して約 57 度となる。よって、式(6)において $\theta = 57$ 度として、限界熔融溝幅 W_c と導体金属層1の厚さ h の関係を求めると、

$$(7)$$

取できるチップ量を増加できる。

【0036】実施例3。上記実施例2では、分離したチップを保持するシート状材料を用いないものについて示したが、図4(b)に示すように、分離に先立って導体金属層1の半導体ウエハ層2に接しない側の表面に、YAGレーザに対する吸収係数が $20 cm^{-1}$ のシート状材料8を貼り付けてもよく、上記実施例2と同様の効果を奏することができる。このような、シート状材料8としては、例えば、YAGレーザに対する吸収係数が $17.2 cm^{-1}$ のウエハ固定用エキスパンドシートを用いることができる。

【0037】図4(a)に示すように、上記実施例2で用いたのと同じ半導体デバイス13を用いた。図4

(b)に示すように、半導体ウエハ層2を除去して半導体ウエハ層除去部4を形成させ、さらに導体金属層1をエッチングして導体金属層除去部5を形成させ、次いで導体金属層1の半導体ウエハ層2に接しない側の表面に、シート状材料8であるYAGレーザに対する吸収係数が $17.2 cm^{-1}$ のウエハ固定用エキスパンドシートを貼り付けた。さらに、この半導体ウエハ層除去部4側から導体金属層1にエネルギービーム6を照射して、導体金属層1を約 $20 \mu m$ の幅で溶断した。これにより、図4(c)に示すように、熔融凝固部7が生じチップ分離溝3が形成された。

【0038】このように、この実施例3によれば、導体金属層1の表面にシート状材料8を貼り付けているため、分離したチップがエッチカット方式のようにバラバラにならないのは勿論のこと、真空チャック上からチップを移動させても、シート状材料8上にチップが保持されて並んでいるため、上記実施例2よりも、チップの歩留まりが向上する。さらに、シート状材料8を引き延ばすことにより個々のチップ間には十分な隙間が形成され

るため、チップをひとつずつ容易に移動させることができるようになり、ハンドリングが容易で自動化が可能となる。なお、用いたエキスパンドシートは、エネルギービーム照射による温度上昇はほとんどなく、損傷もみられなかった。

【0039】ここで、シート状材料8の吸収係数について検討した結果について説明する。吸収係数が $10 \sim 30 \text{ cm}^{-1}$ の範囲の種々のシート状材料について、用いたYAGレーザによる損傷を調べたところ、導体金属層1を溶断できるエネルギー範囲では吸収係数が 20 cm^{-1} を越え

ると、シート状材料8が溶断されることが判明した。このことから、エネルギービーム6に対する吸収係数が 20 cm^{-1} 以下のシート状材料が用いられることが明らかになった。

【0040】実施例4. 上記実施例3では、エネルギービーム6を半導体ウエハ層除去部4側から照射した場合を示したが、図5(b)に示すように、導体金属層1の半導体ウエハ層2に接しない表面にシート状材料8を貼り付け、この状態でウエハ周辺のシート状材料8をチャックに固定することによって、この半導体デバイスを導体金属層側である裏面側に空間をあけた状態で固定し、導体金属層除去部5側から導体金属層1にエネルギービーム6であるYAGレーザを照射してもよく、上記実施例3と同様の効果を奏することができる。なお、図5(a)に示すように、用いた半導体デバイス13は上記実施例3で用いたものと同じであり、レーザはビームスプリッタによりレーザ出力を低下させずに照射し、レーザ光とチップ分離部の相対移動速度は 0.2 m/分 とした。

【0041】これにより図5(c)に示すように、導体金属層1に溶断による切断部9が生じチップ分離溝3が形成された。この時、ビーム照射部で導体金属層1は蒸発・溶融し、ビーム照射側にスプラッシュや蒸気等の発塵物が発生したが、これらは導体金属層1とシート状材料8に囲まれた空間中にトラップされ周辺に飛散することにはなかった。また、半導体ウエハ層除去部4側には、切断加工中にアシストガスをを用いなかったため、スプラッシュ等はほとんど発生しなかった。ここで、用いたエキスパンドシートは、エネルギービーム照射による温度上昇はほとんどなく、損傷もみられなかった。また、エネルギー密度の高いレーザ光を用いて導体金属層1を溶断するため、レーザ出力を低下させて用いている実施例3よりもウエハ1枚の処理時間が2時間に更に短縮できる。

【0042】実施例5. 上記実施例4では、導体金属層1をエネルギー密度の高いレーザで切断した場合を示したが、エネルギー密度を低くして導体金属層1を溶融させ表面張力により溶断してチップ分離を行ってもよく、上記実施例4と同様の効果を奏することができる。なお、この実施例5では、導体金属層1を溶融させ表面張力により溶断しているため、上記実施例4のように、ビーム照射側にスプラッシュや蒸気等の発塵物が発生しないとい

う利点がある。

【0043】実施例6. 上記実施例4では、ウエットエッチングによってチップ分離部の半導体ウエハ層2を除去し、半導体ウエハ層除去部4を形成させたものについて示したが、図6(b)に示すように、このような半導体ウエハ層除去部4を形成させなくてもよく、上記実施例4と同様の効果を奏することができる。なお、図6

(a)に示すように、用いた半導体デバイス13は上記実施例4で用いたものと同じであり、レーザ光とチップ分離部の相対移動速度は 0.1 m/分 とした。

【0044】これにより図6(c)に示すように、切断部9が生じた。また、半導体ウエハ層2であるGaAsには切断部を通して照射されるレーザ光によってクラック10が生じ完全に割断され、チップ分離溝3が形成された。また、1回のエネルギービーム照射によって導体金属層1を溶断し、かつ半導体ウエハ層2を割断できるため、上記実施例4よりも、ウエットエッチング工程を省略できこれによりプロセスを簡素化できるとともに、半導体ウエハ層除去部4がないためチップ同士をより近接することができ、1枚のウエハから採取できるチップ量を増加できる。

【0045】実施例7. 上記実施例6では、導体金属層1をエネルギー密度の高いレーザで切断した場合を示したが、エネルギー密度を低くして導体金属層1を溶融させ表面張力により溶断してチップ分離を行ってもよく、上記実施例6と同様の効果を奏することができる。なお、この実施例7では、導体金属層1を溶融させ表面張力により溶断しているため、上記実施例6のように、エネルギービーム照射側にスプラッシュや蒸気等の発塵物が発生しないという利点がある。

【0046】実施例8. 上記実施例6では、半導体ウエハ層除去部4を形成させない場合について示したが、図7(a)に示すように、ウエットエッチングによって、チップ分離部を中心として幅約 $30 \mu\text{m}$ にわたり半導体ウエハ層2を表面から最小厚さ約 $5 \mu\text{m}$ まで除去し、半導体ウエハ層除去部4を形成させてもよく、上記実施例6と同様の効果を奏することができる。なお、図7

(c)に示すように、レーザ光は導体金属層除去部5側から照射し、レーザ光とチップ分離部の相対移動速度は 0.2 m/分 とした。

【0047】これにより図7(c)に示すように、切断部9が生じた。また、半導体ウエハ層2であるGaAsには切断部を通して照射されるレーザ光によってクラック10が生じ完全に割断され、チップ分離溝3が形成された。また、1回のエネルギービーム照射によって導体金属層1を溶断し、かつ半導体ウエハ層2を割断できるなど上記実施例6の効果とともに、分離部の半導体ウエハ層2の厚さを予めウエットエッチングによって薄くしておくため、上記実施例6よりも加工速度を増大することができる。

【0048】実施例 9. 上記実施例 8 では、導体金属層 1 をエネルギー密度の高いレーザで切断した場合を示したが、エネルギー密度を低くして導体金属層 1 を溶融させ表面張力により溶断してチップ分離を行ってもよく、上記実施例 8 と同様の効果を奏することができる。なお、この実施例 9 によれば、導体金属層 1 を溶融させ表面張力により溶断しているため、上記実施例 8 のように、エネルギービーム照射側にスプラッシュや蒸気等の発塵物が発生しないという利点がある。

【0049】実施例 10. 上記実施例 4 では、シート状材料 8 としてエキスパンドシートを用いたが、図 8

(b) に示すように、このエキスパンドシートに予めガス抜き孔の微細孔 14 を設けたものを用いてもよく、上記実施例 4 と同様の効果を奏することができる。このようなシート状材料 8 としては、孔径約 $20\ \mu\text{m}$ の貫通孔を $1\ \text{cm}^2$ 当たり約 1 万個から約 16 万個設けたものを用いることができる。なお、図 8 (a) に示すように、用いた半導体デバイス 13 は実施例 4 で用いたものと同じである。

【0050】これにより図 8 (c) に示すように、導体金属層 1 に溶断による切断部 9 が生じチップ分離溝 3 が形成された。この時、エネルギービーム照射部で導体金属層 1 は蒸発・溶融し、エネルギービーム照射側にスプラッシュや蒸気等の発塵物が発生したが、これらは導体金属層 1 とシート状材料 8 に囲まれた空間中にトラップされ周辺に飛散することなく、シート状材料 8 の微細孔 14 から出た蒸気はチップ表面には付着することなかった。このように、シート状材料 8 にガス抜き孔の微細孔 14 を設けたことにより、実施例 4 のように、導体金属層 1 とシート状材料 8 に囲まれた空間が加工時の熱等で圧力上昇することがないため、分離したチップがシート状材料 8 から剥離しないように制御できる。

【0051】実施例 11. 上記実施例 10 では、導体金属層 1 をエネルギー密度の高いレーザで切断した場合を示したが、エネルギー密度を低くして導体金属層 1 を溶融させ表面張力により溶断してチップ分離を行ってもよく、上記実施例 10 と同様の効果を奏することができる。なお、この実施例 11 によれば、導体金属層 1 を溶融させ表面張力により溶断しているため、上記実施例 10 のように、エネルギービーム照射側にスプラッシュや蒸気等の発塵物が発生しないという利点がある。

【0052】実施例 12. 上記実施例 3 では、エネルギービーム 6 としてビームスプリッタにより 1/10 の出力とした YAG レーザを用いたが、焦点距離 80 mm のシリンドリカルレンズを用いて、導体金属層 1 の表面における集光スポット形状が、図 9 に示すような、エネルギービーム 6 と半導体デバイス 13 の相対移動方向に長く、その相対移動方向に直行する方向に短い扁平状のものを用いてもよく、実施例 3 と同様の効果を得ることができる。この実施例 12 では、集光スポットの形状は、長軸

方向幅 4 mm、短軸方向幅 $20\ \mu\text{m}$ の扁平状で、そのエネルギー分布が図 10 に示すような、長軸方向および短軸方向の分布が長軸中心線および短軸中心線に対してそれぞれ対称であるものを用い、チップ分離部をレーザ光に対して $0.4\ \text{m/分}$ の相対速度で移動させた。

【0053】このように、分離部の導体金属層 1 の照射面での集光スポット形状を上記のような扁平状とすることにより、ビームスプリッタによりレーザ出力を低下させることなく、導体金属層 1 への照射面積を長軸方向であるチップの分離方向に飛躍的に増大させることが可能となる。したがって、加工部のピークパワー密度および加工溝幅を変化させずに、実施例 3 に比べて導体金属層 1 の蒸発を抑制させつつ加工速度を増大させることができる。

【0054】実施例 13. 上記実施例 12 では、エネルギービーム 6 の集光スポットのエネルギー分布が、長軸方向および短軸方向において、長軸中心線および短軸中心線に対してそれぞれ対称のものを用いたが、長軸方向のエネルギー分布が長軸中心線に対して対称でないものを用いても実施例 12 と同様の効果を奏することができる。この実施例 13 では、エネルギービーム 6 である YAG レーザ発振器内の全反射鏡と部分反射鏡のアライメントをずらすことにより、図 11 に示すように、初期の立ち上がり部分を除いてエネルギー分布の高い方がエネルギービーム 6 の相対的進行方向に向かって常に前となるようにして、チップ分離部をレーザ光に対して $0.6\ \text{m/分}$ の相対速度で移動させた。

【0055】一般に、金属材料にレーザ光を照射した場合、溶融するまではレーザ光に対する吸収率は低く、溶融すると急激に吸収率が増加する。このため、図 11 に示すような、初期の部分に比較的高いエネルギー密度をもつエネルギービーム 6 が照射されると、表面が直ちに溶融状態となり吸収率が増加し、その後のエネルギービーム 6 を効率よく吸収できる。上記実施例 12 で用いた図 10 に示すような、初期の部分のエネルギー密度が低いエネルギービーム 6 が照射されると、この間はエネルギービームの有効吸収量が少ないため効率が低い。したがって、この実施例 13 によれば、エネルギービーム照射後に表面が直ちに溶融状態となり吸収率が増加するため、実施例 12 のようにエネルギービームの吸収率が低下せず、さらに加工速度を増大させることが可能となる。

【0056】なお、上記実施例 1~3、5、7、9 および 11~13 においては、エネルギービームの照射によって溶融した導体金属層の溶融幅は、いずれの場合も照射導体金属層の最小厚さの 1.8 倍以上であった。

【0057】

【発明の効果】以上のように請求項 1 の発明によれば、分離部の半導体ウエハ層部分を除去し露出した導体金属層部分にエネルギービームを照射してこれを溶断することによってチップを分離するように構成したので、チップ

分離部においてバリやスプラッシュなどの飛散物を発生させることなく、高効率に半導体ウエハのチップ分離を行うことができる効果がある。

【0058】請求項2の発明によれば、分離に先立って、分離部の露出した導体金属層の厚さをその分離部以外の導体金属層の厚さよりも小さくするように構成したので、半導体チップへの熱的なダメージを低減できるため、チップの周縁部を分離部により近づけることが可能となり、したがって、1枚のウエハから採取できるチップ量を増加できる効果がある。

【0059】請求項3の発明によれば、分離に先立って、導体金属層の半導体ウエハ層に接しない側の表面に、エネルギービームの吸収係数が 20 cm^{-1} 以下のシート状材料を貼り付けるように構成したので、この導体金属層の照射部分はエネルギービームを吸収して溶断されるが、シート状材料は完全には分離しない。したがって、エネルギービーム照射によりチップ分離が完了した後でも、チップは互いにバラバラにならずシート状材料に保持されるため、自動化が容易となる効果がある。

【0060】請求項4の発明によれば、導体金属層の溶融幅が、エネルギービームが照射される導体金属層の最小厚さの1.8倍以上となるようにエネルギービームを照射して導体金属層を溶融させ、この溶融部分を表面張力により溶断することによってチップを分離するように構成したので、溶融端に接する溶融していない導体金属部分に溶融部分の両端が引き寄せられると、溶融部分は二つの部分に完全に分離し、もはや互いに接触しなくなるので、チップ分離が完了した後でも、チップはバラバラになることがない。したがって、分離加工の自動化が容易となることに加えて、チップ分離時の発塵によるチップ歩留まりの低下を防止できる効果がある。

【0061】請求項5の発明によれば、分離に先立って、分離部の導体金属層の厚さをその分離部以外の導体金属層の厚さよりも小さくし、その後導体金属層の半導体ウエハ層に接しない側の表面にシート状材料を貼り付け、このシート状材料側からこのシート状材料に対する吸収係数が 20 cm^{-1} 以下であるエネルギービームを照射して、分離部の導体金属層を溶断し、かつ分離部の半導体ウエハ層を割断することによってチップを分離するように構成したので、分離中にチップ表面には溶融物が存在しなくなるため、チップ表面への発塵を防止できチップ歩留まりの低下を更に抑制することができる。また、エネルギービームの照射時に分離部に発生する熱によって半導体ウエハ部分には熱応力によるクラックが発生するため、導体金属層の溶断と同時に半導体ウエハ層を割断してチップ分離を可能とする効果がある。

【0062】請求項6の発明によれば、分離に先立って、分離部の半導体ウエハ層の厚さをその分離部以外の半導体ウエハ層の厚さよりも小さくするように構成したので、分離部に投入するエネルギービームのエネルギーを小

さくでき、これにより、半導体チップへの熱的なダメージを小さくできる。したがって、チップの周縁部を分離部により近づけることが可能となり、1枚のウエハから採取できるチップ量を増加できる効果がある。

【0063】請求項7の発明によれば、シート状材料にガス抜き用の微細孔を設けるように構成したので、エネルギービーム照射時に加工部から発生するスプラッシュ等の比較的大きな粒子の飛散抑制効果を損なうことなく、加工部から発生する蒸気を逃がすことができるので、分離加工中に導体金属層とシート状材料に囲まれた空間の圧力上昇を防止でき、チップがシート状材料から剥離することを防止できる効果がある。

【0064】請求項8の発明によれば、分離部の導体金属層の照射表面におけるエネルギービームの形状を、エネルギービームと半導体デバイスの相対移動方向に長く、その相対移動方向に直交する方向に短い扁平状とするように構成したので、投入エネルギーを下げることなく、また分離溝幅を拡げることなしに、加工部のピークパワー密度を低く保ちつつエネルギービームを加工部に照射できる。また、被加工物の蒸発を抑制させつつスプラッシュの発生なしに、加工速度を大幅に増大させることが可能となる。したがって、半導体チップへの熱的なダメージも小さくできるため、チップを分離部により近づけることができ、これにより1枚のウエハから採取できるチップ量を増加できる効果がある。

【0065】請求項9の発明によれば、半導体デバイス固定用の接着面を備えるエキスパンドシートにおいて、そのエキスパンドシートを貫通する微細孔を設けるように構成したので、エネルギービーム照射時に加工部から発生するスプラッシュ等の比較的大きな粒子の飛散抑制効果を損なうことなく、加工部から発生する蒸気を逃がすことができるので、分離加工中に導体金属層とシート状材料に囲まれた空間の圧力上昇を防止でき、チップがシート状材料から剥離することを防止できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例1による半導体デバイスのチップ分離方法を示す各工程の断面図である。

【図2】 この発明の実施例1による半導体デバイスのチップ分離部を示す断面図である。

【図3】 この発明の実施例2による半導体デバイスのチップ分離方法を示す各工程の断面図である。

【図4】 この発明の実施例3による半導体デバイスのチップ分離方法を示す各工程の断面図である。

【図5】 この発明の実施例4による半導体デバイスのチップ分離方法を示す各工程の断面図である。

【図6】 この発明の実施例6による半導体デバイスのチップ分離方法を示す各工程の断面図である。

【図7】 この発明の実施例8による半導体デバイスのチップ分離方法を示す各工程の断面図である。

【図8】 この発明の実施例10による半導体デバイス

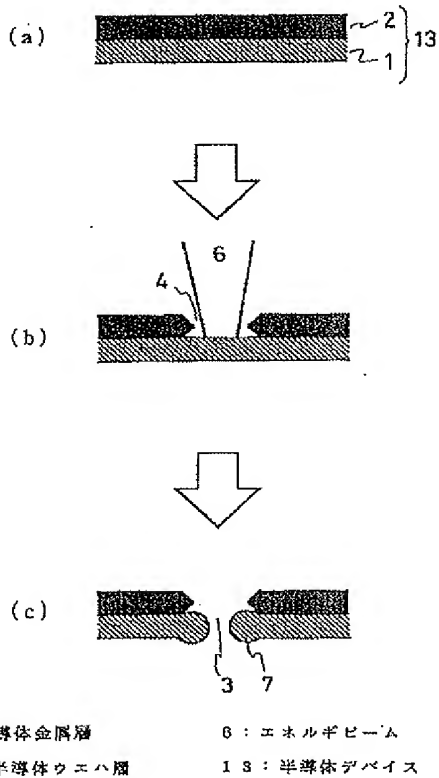
のチップ分離方法を示す各工程の断面図である。

【図 9】 この発明の実施例 12 による半導体デバイスのチップ分離方法に用いるエネルギービームの照射面での形状を示す斜視図である。

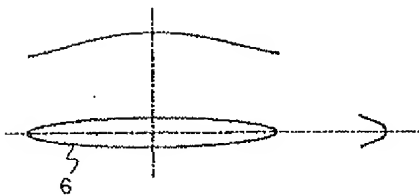
【図 10】 この発明の実施例 12 による半導体デバイスのチップ分離方法に用いるエネルギービームの照射面での形状を、エネルギー分布と共に示した平面図である。

【図 11】 この発明の実施例 13 による半導体デバイ

【図 1】



【図 10】



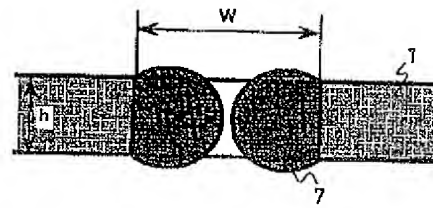
スのチップ分離方法に用いるエネルギービームの照射面での形状を、エネルギー分布と共に示した平面図である。

【図 12】 従来の半導体デバイスのチップ分離方法を示す各工程の断面図である。

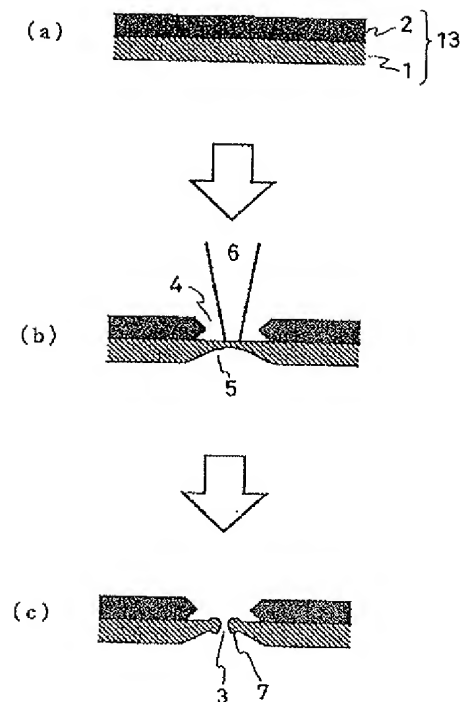
【符号の説明】

1 導体金属層、2 半導体ウエハ層、6 エネルギービーム、8 シート状材料、13 半導体デバイス、14 微細孔。

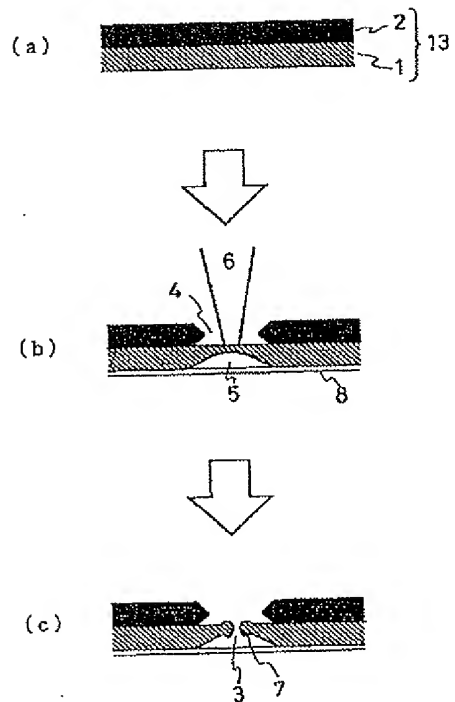
【図 2】



【図 3】

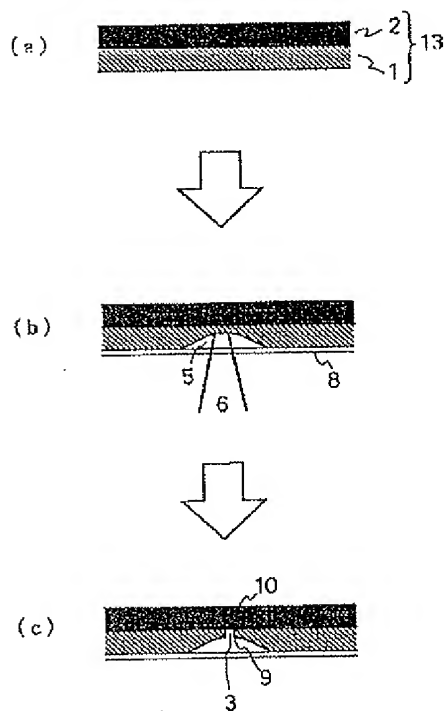


【図4】

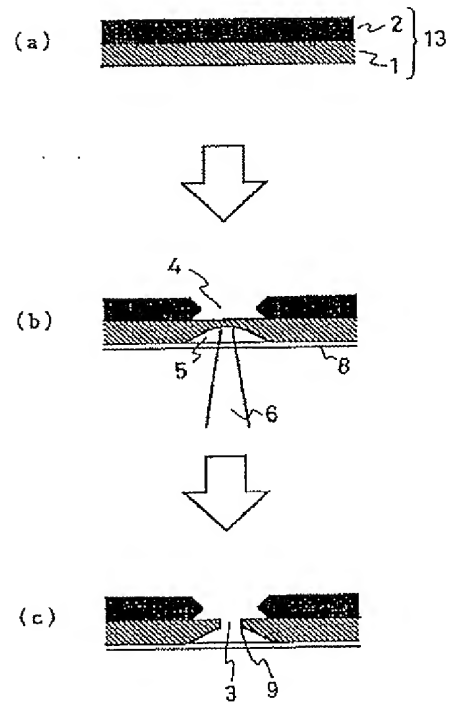


8: シート状材料

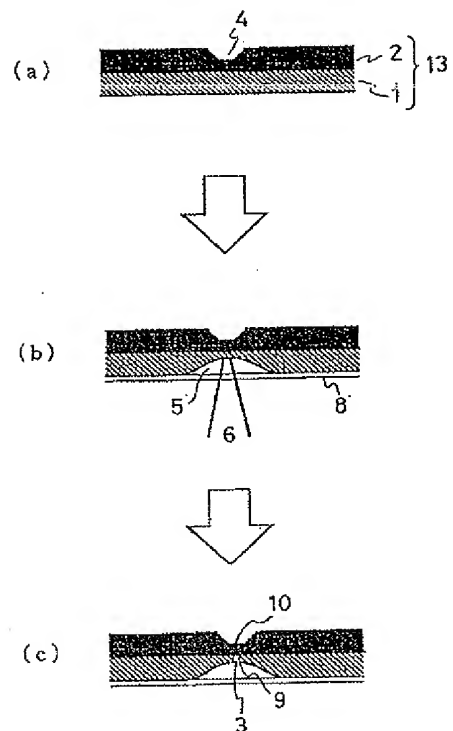
【図6】



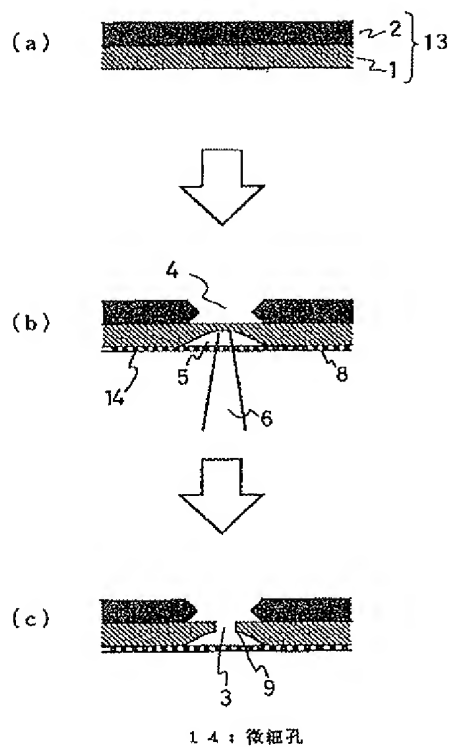
【図5】



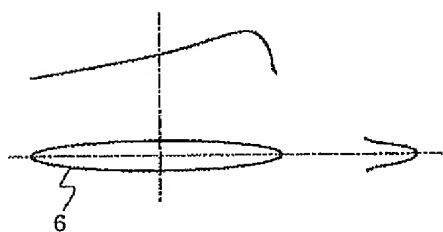
【図7】



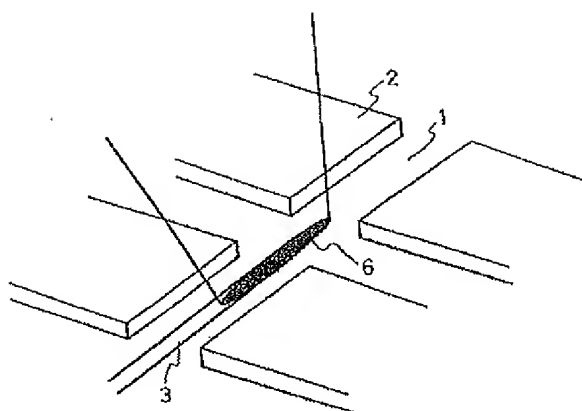
【図8】



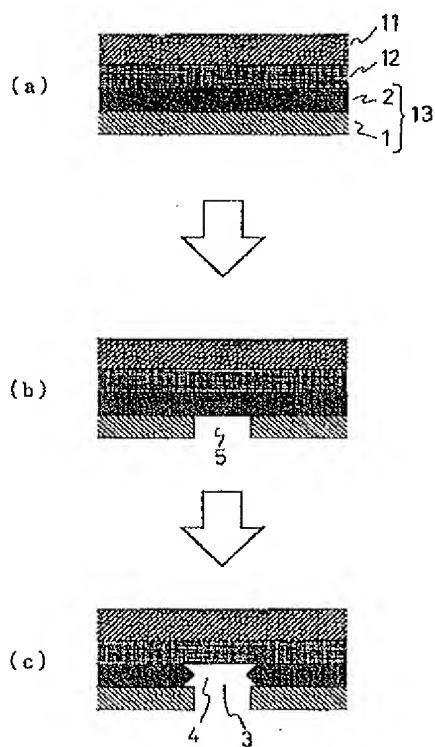
【図11】



【図9】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 林 一夫
伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会
社北伊丹製作所内